

24. 3. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

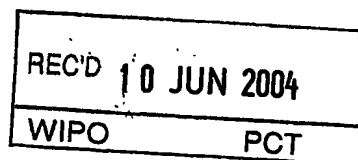
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 0 8 8 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 7 0 8 8 9]

出 願 人 独立行政法人 科学技術振興機構
Applicant(s):

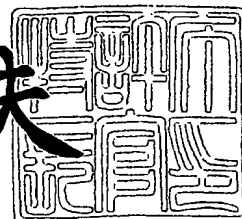


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 5 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P0738JP
【提出日】 平成15年 7月 4日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04N 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都三鷹市新川 6-38-22-105
 【氏名】 中静 真
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都調布市東つつじヶ丘 2-25-20-102
 【氏名】 岡崎 秀俊
【特許出願人】
 【識別番号】 396020800
 【氏名又は名称】 科学技術振興事業団
【代理人】
 【識別番号】 100107010
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 橋爪 健
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 054885
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0013428

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

入力画像データの高周波成分を通過させるフィルタと、

入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第 1 及び第 2 の変換係数を求め、第 1 の変換係数の 2 乗の値と、第 1 及び第 2 の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求める導出部と、

前記導出部からの強調制御量と前記フィルタからの出力との乗算値を出力する乗算部と

、
前記乗算部からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部とを備え、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理装置。

【請求項 2】

前記導出部は、画像平坦部では負値を出力し、前記加算部により高周波成分を入力画像データから減算するようにし、一方、前記導出部は、画像輪郭部では正値を出力し、前記加算部により高周波成分を入力画像データに加算するようにした請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記導出部は、

入力画像データを離散ウェーブレット変換して第 1 及び第 2 の変換係数を求める離散ウェーブレット変換部と、

第 1 の変換係数を 2 乗する 2 乗回路を有する第 1 の回路と、

第 1 及び第 2 の変換係数を乗算する乗算器を有する第 2 の回路と、

前記第 1 の回路の出力を予め定められた α 倍した値、前記第 2 の回路の出力を予め定められた β 倍した値、予め定められた γ の値との線形和を計算して出力する設定部とを備えた請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記設定部は、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、強調制御量を、画像輪郭部で正値とし、平坦部で負値とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記設定部は、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = 1$ と設定することで、すべての画素に対して均一なコントラスト強調を実現する請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記設定部は、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = -1$ と設定することで、すべての画素に対して均一に平滑化を適用する請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記設定部は、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、雑音除去をせずに、雑音増幅を抑えた画像強調を実現する請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記導出部は、

入力画像データの水平方向の 1 ライン毎に 1 次元フィルタ処理を行い、水平方向の第 1 の変換係数を出力する第 1 高域通過フィルタと、

入力画像データの垂直方向の 1 ライン毎に 1 次元フィルタ処理を行い、垂直方向の第 1 の変換係数を出力する第 2 高域通過フィルタと、

入力画像データ水平方向の 1 ライン毎に実行し且つ垂直方向の 1 ライン毎に実行する低域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタからの出力の水平方向の 1 ライン毎に 1 次元フィルタ処理を行い、水平方向の第 2 の変換係数を出力する第 3 高域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタからの出力の垂直方向の 1 ライン毎に 1 次元フィルタ処理を行い、垂直方向の第 2 の変換係数を出力する第 4 高域通過フィルタと

を有する離散ウェーブレット変換部を備えた請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記導出部は、計算された線形和の数値範囲を制限するためのリミッタをさらに備えた請求項 1 に記載の画像処置装置。

【請求項 10】

前記乗算部の出力を定数倍して前記加算部に出力することにより強調の程度を定める増幅部をさらに備えた請求項 1 に記載の画像処置装置。

【請求項 11】

入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第 1 及び第 2 の変換係数を求め、第 1 の変換係数の 2 乗の値と、第 1 及び第 2 の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めること、

前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力すること、

前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部することを含み、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理方法。

【請求項 12】

第 1 の変換係数の 2 乗の値を予め定められた α 倍した値、第 1 及び第 2 の変換係数の積の値を予め定められた β 倍した値、及び、予め定められた γ の値の線形和を計算して出力することを含む請求項 11 に記載の画像処理方法。

【請求項 13】

前記設定値として、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、強調制御量を、画像輪郭部で正值とし、平坦部で負値とする請求項 12 に記載の画像処理方法。

【請求項 14】

処理部は、記憶部又は入力部から入力画像データを読み取るステップと、

処理部は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第 1 及び第 2 の変換係数を求め、第 1 の変換係数の 2 乗の値と、第 1 及び第 2 の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めるステップと、

処理部は、前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力するステップと、

処理部は、前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するステップと、

処理部は、得られた出力画像データを記憶部に記憶及び／又は出力部若しくは表示部に出力するステップと、
をコンピュータに実行させるための、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理プログラム。

【請求項 15】

処理部は、記憶部又は入力部から入力画像データを読み取るステップと、

処理部は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第 1 及び第 2 の変換係数を求め、第 1 の変換係数の 2 乗の値と、第 1 及び第 2 の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めるステップと、

処理部は、前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力するステップと、

処理部は、前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するステップと、

処理部は、得られた出力画像データを記憶部に記憶及び／又は出力部若しくは表示部に出力するステップと、
をコンピュータに実行させるための、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体に係り、特に、画像中の雑音を除去しながら輪郭部の輝度コントラストを強調する画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、画像強調の目的で広範囲に利用されている方法として、一般に、アンシャープマスキングがある。これは入力画像データに対して、フィルタを用いて高周波成分を求め、強調制御量を定める任意の定数を乗じて入力画像データに加算し、強調画像を出力する方法である。しかし、アンシャープマスキング法は、入力画像データに雑音が重畳している場合、雑音成分の増幅を避けることができない。また、雑音重畳画像の強調においては、原画像の雑音成分が増幅され強調結果に現われることになる。

【0003】

この点を解決するため、高周波成分に対して強調制御量を局所的に制御する方法が提案されている。非特許文献1では、入力画像データの画素毎に、輝度値の水平方向の中央差分と、垂直方向の中央差分の2乗和から導出される輝度勾配を高周波成分に乘じることで、強調制御量制御を行う方法が提案されている。非特許文献2は、非特許文献1の方法を改良し、ファジールールによる制御を導入している。また、特許文献1では、雑音除去を実現するために、小振幅の高周波成分に対しては符号を反転させて入力画像データに加算する雑音除去装置が提案されている。

【非特許文献1】 G. Ramponi, "A cubic unsharp masking technique for contrast enhancement," Signal Processing, vol. 67, pp. 211-222, June 1998.

【非特許文献2】 木村誠聡、田口亮、村田裕、"ファジー推論を用いた雑音が重畳された画像の強調に関する一手法、" 信学論A、vol. J81-A、no. 9、p. 1247-1256、1998年9月

【特許文献1】 特開2001-274995号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、非特許文献1の方法は、画像の輪郭部では輝度変化が大きいことを利用し、輪郭部でのみ高周波成分の振幅を増大させる方法であるが、輪郭部の輝度変化が小さい場合、および雑音振幅が大きい場合には効果が低い。また、入力画像データに重畳された雑音を除去することは不可能である。また、非特許文献2は、非特許文献1と同じく輝度勾配に基づく方法であるために、非特許文献1と同様の課題を有する。さらに、特許文献1は、輝度変化の小さい輪郭は、雑音と判断され平滑化されるという課題がある。

【0005】

本発明では、以上の点に鑑み、雑音除去と輪郭強調を同時に実現することができる画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の解決手段によると、

入力画像データの高周波成分を通過させるフィルタと、

入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求める導出部と、

前記導出部からの強調制御量と前記フィルタからの出力との乗算値を出力する乗算部と

前記乗算部からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部とを備え、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理装置が提供される。

また、前記導出部は、

入力画像データを離散ウェーブレット変換して第1及び第2の変換係数を求める離散ウェーブレット変換部と、

第1の変換係数を2乗する2乗回路を有する第1の回路と、

第1及び第2の変換係数を乗算する乗算器を有する第2の回路と、

前記第1の回路の出力を予め定められた α 倍した値、前記第2の回路の出力を予め定められた β 倍した値、予め定められた γ の値との線形和を計算して出力する設定部とを備えることができる。

【0007】

本発明の第2の解決手段によると、

入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めること、

前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力すること、

前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部することを含み、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理方法が提供される。

本発明の第3の解決手段によると、

処理部は、記憶部又は入力部から入力画像データを読み取るステップと、

処理部は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めるステップと、

処理部は、前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力するステップと、

処理部は、前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するステップと、

処理部は、得られた出力画像データを記憶部に記憶及び／又は出力部若しくは表示部に出力するステップと、

をコンピュータに実行させるための、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理プログラム、及び、該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によると、雑音除去能力を持つにも係わらず、提案法の演算量の増加は、非特許文献1の方法と比較して、スケール2のウェーブレット変換係数を導出するために必要な低域通過フィルタと高域通過フィルタ3、4の計算、および強調制御量導出のための計算（1画素あたり乗算8回と加算4回、しきい値操作2回）のみである。この演算量の増加と同程度の演算量で、画像輪郭部だけを保存する雑音除去を実現することは、従来困難であることを考えると、本発明により、強調と雑音除去を同時に行うための、演算量の減少が実現できる。

【0009】

本発明によると、強調制御量導出部2の定数（ α 、 β 、 γ ）を変更することで、装置全体を変更することなく、強調、雑音除去もしくは2つを同時に実現し、さまざまな強調特性を得ることができる。

従来の技術（非特許文献1、2及び特許文献1）が、雑音と画像輪郭の分離を、輝度振幅および差分に依存する方法で行っているため、入力画像データのコントラストが低い場

合および雑音振幅が大きい場合には、雑音増幅の抑圧効果が低下するのに対し、本発明によると、離散2進ウェーブレット変換係数のスケール間の大小関係によって雑音と画像輪郭の分離を実現するために、入力画像データのコントラストおよび雑音振幅に依存せず、雑音除去と画像強調を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

1. 画像処理装置

図1に、画像処理装置の構成図を示す。

本実施の形態の画像処理装置は、高域通過フィルタ1、強調制御量導出部2、乗算部3、加算部4、増幅部5を備え、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する。

高域通過フィルタ1は、入力画像データ $f(m, n)$ の高周波成分を通過させ、高域通過成分 $h(m, n)$ を出力する。なお、入力画像データ $f(m, n)$ としては、高域通過フィルタ1及び強調制御量導出部2等の処理で必要とされる、座標 (m, n) の対象画素の周囲の画素も入力画像データとして適宜入力される。強調制御量導出部2は、入力画像データより画素毎に強調制御量 $e(m, n)$ を出力する。強調制御量導出部2は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量 $e(m, n)$ を求める。乗算部3は、画素毎に強調制御量導出部2からの強調制御量 $e(m, n)$ と高域通過フィルタ1からの出力である高域通過成分 $h(m, n)$ との乗算値を求めて出力する。また、増幅部5を必要に応じて設けることにより、乗算部3の出力を定数倍 (λ 倍) して加算部4に $\lambda e(m, n) h(m, n)$ を出力することができる。この定数 λ は、強調の程度を決める正の定数であり、処理に前もって決定することができる。加算部4は、乗算部3からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データ $f(m, n) + \lambda e(m, n) h(m, n)$ を得て、その結果を出力する。

【0011】

(高域通過フィルタ1)

図2は、高域通過フィルタ1のフィルタ係数の説明図である。高域通過フィルタ1の例としては、図に示すようなフィルタ係数を持つラプラシアンフィルタがある。

【0012】

(強調制御量導出部2)

図3は、強調制御量導出部2の構成図である。この強調制御量導出部2の例では、2つのスケールを持つ離散2進ウェーブレット変換から強調制御量 $e(m, n)$ を導出する。

強調制御量導出部2は、離散ウェーブレット変換部21、第1及び第2の2乗回路22及び23、第1の加算器24、第1及び第2の乗算器25及び26、第2の加算器27、設定部28、リミッタ29を備える。

離散ウェーブレット変換部21は、入力画像データを離散ウェーブレット変換して第1及び第2スケールの各々の水平及び垂直方向変換係数を求める。第1の2乗回路22は、第1スケールの水平方向の変換係数を2乗し、第2の2乗回路23は、第1スケールの垂直方向の変換係数を2乗する。第1の加算器24は、第1及び第2の2乗回路22及び23の出力を加算する。また、第1の乗算器25は、第1及び第2スケールの水平方向の変換係数を乗算し、第2の乗算器26は、第1及び第2スケールの垂直方向の変換係数を乗算する。第2の加算器27は、第1及び第2の乗算器25及び26の出力を加算する。設定部28は、第1の加算器24の出力を予め定められた α 倍した値、第2の加算器27の出力を予め定められた β 倍した値、予め定められた γ の値との線形和を計算して出力する。リミッタ29は、計算された線形和の数値範囲を制限する。

【0013】

本実施の形態では、このように、強調制御量 $e(m, n)$ の導出のために、入力画像データの離散2進ウェーブレット変換から得られる変換係数の2乗と異なるスケール間で得

られた変換係数の積と定数の線形和を求める。設定部 28 では、線形和の重みを選択することで、画像輪郭部で強調制御量は正值、画像平坦部では負値となる。これを強調制御量の下限と上限を決めるリミッタ 29 に入力し、リミッタ 29 の出力を定数倍した後、乗算部 3 により、入力画像データのフィルタ出力から得られた高周波成分と乗じる。リミッタ 29 出力が負値の場合、すなわち画像平坦部では、高周波成分を入力画像データから減算することになり、装置は平滑化フィルタとして働き、リミッタ 29 出力が正值の場合、すなわち画像輪郭部では、高周波成分を入力画像データに加算することから、画像強調フィルタとして動作する。

【0014】

(離散ウェーブレット変換部 21)

ここで、離散ウェーブレット変換部 21 について説明する。

一般に、離散 2 進ウェーブレット変換は、複数のウェーブレット関数と画像の畳み込み演算で定義される。また、ウェーブレット変換は、ウェーブレット関数をフィルタ係数として持つデジタルフィルタで実現される。

ウェーブレット関数は、基本ウェーブレット関数を時間軸方向へ 2^j 倍に伸ばすことで、定義される。ここで、 j は 1 以上の整数であり、スケールと呼ばれる。スケール j の最大値を J とした場合、ウェーブレット変換はスケール 1 からスケール J までの J 個のスケールと、それに対応する変換係数を出力する。

【0015】

図 4 に、最大スケールを 2 とした場合の 1 次元ウェーブレット変換の説明図を示す。

離散 2 進ウェーブレット変換は、一例として、図に示す高域通過フィルタと低域通過フィルタからなるフィルタバンク構成で実現できる。すなわち、1 次元信号に対するウェーブレット変換は、 $J=2$ と設定した場合、この図に示したフィルタの縦続接続で実現される。高域通過フィルタ 1 には基本ウェーブレット関数から決まるフィルタ係数を用いる。高域通過フィルタ 2 には、高域通過フィルタのフィルタ係数のサンプル間に零を挿入したフィルタ係数を用い、これを低域通過フィルタで補間することによって、2 倍のスケールのウェーブレット係数を導出する。

【0016】

図 5 は、これら 1 次元信号に対するウェーブレット変換の 3 つのフィルタのための係数の例を示す説明図である。図 5 (a) は高域通過フィルタ 1、図 5 (b) は高域通過フィルタ 2、図 5 (c) は低域通過フィルタのフィルタ係数例をそれぞれ示す。

これらの図では、各図の中心を出力の中心として、周囲の画素に乗じる係数を示している。また、この例では、対象画素 $f(n)$ に対して、 $f(N)$ ($N=n-2, n-1, n, n+1, n+2$) が入力画素データとして入力され、用いられる。

上図 (a)、(b)、(c) に示したフィルタ係数により、入力信号 $x(n)$ に対してスケール 1 のウェーブレット係数 $Wf_1(n)$ は

$$Wf_1(n) = x(n-1) - x(n+1)$$

と計算され、低域通過フィルタ出力 $Sf_1(n)$ は

【0017】

【数 1】

$$Sf_1(n) = \frac{1}{4}x(n+1) + \frac{1}{2}x(n) + \frac{1}{4}x(n-1)$$

【0018】

と計算される。これより、スケール 2 のウェーブレット係数 $Wf_1(n)$ は $Sf_1(n)$ より

$$Wf_2(n) = Sf_1(n-2) - Sf_1(n+2)$$

と計算される。

【0019】

図6に、2次元ウェーブレット変換の実現のためのフィルタバンクの構成図を示す。

離散ウェーブレット変換部21は、高域通過フィルタ1__61、高域通過フィルタ2__62、高域通過フィルタ3__63、高域通過フィルタ4__64、低域通過フィルタ65を備える。

2次元信号である画像データの場合、1次元のフィルタ処理を交互に繰り返すことで実現される。

高域通過フィルタ1__61は図5(a)、高域通過フィルタ4__64は図5(b)のフィルタ係数を持ち、画像の水平方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行う。高域通過フィルタ2__62は図5(a)、高域通過フィルタ3__63は図5(b)のフィルタ係数を持ち、画像の垂直方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行う。低域通過フィルタ65は、図2(c)のフィルタ係数によるフィルタ処理を水平方向の1ライン毎に実行した後、垂直方向の1ライン毎に実行することで実現される。

【0020】

高域通過フィルタ1__61は、水平方向の第1の変換係数を出力し、高域通過フィルタ2__62は、垂直方向の第1の変換係数を出力する。高域通過フィルタ3__63は、水平方向の第2の変換係数を出力し、高域通過フィルタ4__64は、垂直方向の第2の変換係数を出力する。

図7は、離散2進ウェーブレット変換の高域通過フィルタ、低域通過フィルタの他の構成を示す図である。図(a)は、高域通過フィルタ1__61、図(b)は、高域通過フィルタ3__63、図(c)は、高域通過フィルタ2__62、図(d)は、高域通過フィルタ4__64、図(e)は、低域通過フィルタ65をそれぞれ示す。高域通過フィルタ1__61と高域通過フィルタ2__62は、輪郭部で変換係数に極大値を発生させるために、例としてこの図に示したフィルタ係数を使用することができる。また、低域通過フィルタ65には、ウェーブレット変換の相似則を満足させるために、例として、この図に示したフィルタ係数を使用することができる。

【0021】

(設定部28)

つぎに、強調制御量導出部2の設定部28について説明する。設定部28では、定数 α 、 β 、 γ を設定し、スケール1の垂直方向係数の二乗値と水平方向係数の二乗値の和に α 倍した値、スケール1とスケール2の垂直方向係数を乗じた値とスケール1とスケール2の水平方向係数を乗じた値の和に β 倍した値と定数 γ の総和 e を計算する。

一般に、輪郭部では、スケール1のウェーブレット変換係数が、スケール2のウェーブレット変換係数以下となることが知られている。また、逆にガウス性雑音等の雑音に対しては、スケール2のウェーブレット変換係数よりもスケール1のウェーブレット変換係数が大きくなることが知られている。そこで、例として $\alpha=-1$ 、 $\beta=1$ 、 $\gamma=0$ と設定することで、画像輪郭部でのみ強調制御量を正值、平坦部で負値とすることができる。また、すべての画素に対して均一なコントラスト強調を実現するためには、 $\alpha=0$ 、 $\beta=0$ 、 $\gamma=1$ と設定する。逆に、すべての画素に対して均一に平滑化を適用するためには、 $\alpha=0$ 、 $\beta=0$ 、 $\gamma=-1$ と設定する。雑音除去をせずに、雑音増幅を抑えた画像強調を実現する場合には、 $\alpha=0$ 、 $\beta=1$ 、 $\gamma=0$ と設定する。強調制御部の3つのパラメータ設定により、雑音除去と強調を同時に、および雑音増幅を抑えた強調等のさまざまな効果を実現することができる。

【0022】

図8に、1次元信号のウェーブレット変換とウェーブレット変換のスケール間の積の説明図を示す。

この図は、ウェーブレット変換のスケールと信号の関係について、1次元信号を例に示すものである。

上図では、入力信号として、一例として、15点から45点までが輝度値100、それ以外は0とした波形に、雑音を重畳させた信号を用いている。この入力信号から強調制御

量を導出するためのウェーブレット変換スケール 1 の 2 乗とウェーブレット変換スケール 1 とスケール 2 の積をグラフで示す。

ウェーブレット変換スケール 1 の 2 乗値だけでは、雑音と画像輪郭の区別をつけることが困難であるが、2 つのスケールの積では、雑音に対してのみウェーブレット変換係数の振幅がスケールの増加に伴って減少する性質から、輪郭部が明確に極大値として示されている。この 2 つの特徴量に対して係数 α 、 β を乗じ、定数 γ を加算し、強調制御量を平坦部で負値、画像輪郭部で正値となるように α 、 β 、 γ を設定することで、雑音を含む平坦部で高域通過成分を原画像から減じる動作となり、高域通過成分に含まれる雑音成分を入力画像データから除去することができる。例として $(\alpha, \beta, \gamma) = (-1, 1, 0)$ と設定すれば、平坦部で雑音除去効果が生じる。

【0023】

(リミッタ 29)

上記の計算により求めた総和 e が、正値で過度に大きい場合には過強調が、また、負値で過度に小さい場合には雑音発生を起こすために、リミッタ 29 により数値範囲を制限する。あらかじめ U を正の定数、 L を負の定数として決めておく。リミッタ 29 入力 e が U を超える場合、リミッタ 29 は U を出力、 L 未満の場合 L を出力し、それ以外の場合には、入力値 e をそのまま出力する。上図に示したラプラシアンフィルタを用いる場合、 L の値は $-0.2/\lambda$ とすれば、本装置は画像平坦部で平滑化フィルタとして動作することが保証される。

【0024】

(入力画像データと強調制御量の導出)

入力画像データの画素と、画素毎の強調制御量の導出に使用される画素について以下に説明する。

入力画像データの座標 (m, n) における輝度値を $f(m, n)$ で表し、座標 (m, n) におけるウェーブレット変換結果および強調制御量についても、図中に数列で示したように座標 (m, n) 毎に決まる。

画像処理に用いられる入力画像データは、対象画素 $f(m, n)$ の周囲の画素で、2 次元ウェーブレット変換の計算に必要な画素を含む。これら入力画像データは、例えば、予めメモリに記憶され、必要に応じて導出部により読み出され使用される。例えば、本実施の形態では、対象画素 $f(m, n)$ に対して、高域及び低域通過フィルタでは、図 7 等で示されるように、フィルタ処理に要する周囲の画素データを用いて離散 2 進ウェーブレット変換を計算する。また、出力画像データを再帰的に利用することもできる。

また、強調制御量の導出に使用される画素の関係については、強調制御量を決めるウェーブレット係数の導出を上記のとおりであり、さらに強調制御量 $e(m, n)$ については

【0025】

【数 2】

$$e(m, n) = F \left[\alpha \left((W_1^H(m, n))^2 + (W_1^V(m, n))^2 \right) + \beta (W_1^H(m, n)W_2^H(m, n) + W_1^V(m, n)W_2^V(m, n)) + \gamma \right]$$

【0026】

ここで $F[\cdot]$ はリミッタ 29 の入出力関係を示す非線形関数と明示的に式で示される。

本発明では、強調制御量が、離散 2 進ウェーブレット変換の異なるスケールにおける変換係数の大小関係によって正値および負値となり、正値の場合には強調、負値の場合には雑音除去の効果が現われる。離散 2 進ウェーブレット変換係数の大小関係は、画像の輝度の振幅およびコントラストに依存せず、画像輪郭と雑音で異なる関係となるために、輪郭部のコントラストの大小、雑音振幅の影響を受けずに画像輪郭部だけを強調することが可能となる。

【0027】

2. 画像処理の具体例

本実施の形態の雑音除去及び輪郭強調の効果を示すために、図9に示した入力画像データを用いた。図9は、ある画像に対して 3×3 画素の平均値フィルタを適用した後、分散50のガウス性雑音を重畳させた画像である。

図10は、従来法であるアンシャープマスキング法による処理結果を示す図、図11は、非特許文献1に示した方法による強調画像の処理結果を示す図である。一方、図12は、本発明を用いて輪郭部の強調と雑音除去を同時に行った処理結果を示す図である。図12の結果を得るために、一例として、定数 λ は0.001、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ 、 $L = -0.2/\lambda$ と設定している。

3つの強調画像を比較すると、画像輪郭部の強調は同程度であるにも係わらず、本発明による強調画像(図12)では、画像背景部の雑音は他の手法と比べて減少しており、本発明の有効性が確認できる。

【0028】

3. 画像処理プログラム

本発明の画像処理方法又は画像処理装置・システムは、その各手順をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム、画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、画像処理プログラムを含みコンピュータの内部メモリにロード可能なプログラム製品、そのプログラムを含むサーバ等のコンピュータ、等により提供されることができ。

図13は、本実施の形態に関するハードウェアの構成図である。

このハードウェアは、中央処理装置(CPU)である処理部101、入力部102、出力部103、表示部104及び記憶部105を有する。また、処理部101、入力部102、出力部103、表示部104及び記憶部105は、スター又はバス等の適宜の接続手段で接続されている。記憶部105は、画像処理される入力画像データ $f(m, n)$ が記憶される入力画像ファイル151、計算された強調制御量 $e(m, n)$ が記憶される強調制御量ファイル152、画像処理された出力画像データが記憶される出力画像ファイル153を含む。

【0029】

図14に、画像処理のフローチャートを示す。なお、各処理の詳細は、「1. 画像処理装置」で説明したものと同様である。

画像処理プログラムは、以下の処理をコンピュータに実行させることで、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する。まず、処理部101は、記憶部105の入力画像ファイル151又は入力部102から入力画像データを読み取る(ステップS1)。処理部101は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求める(ステップS2)。処理部101は、必要に応じて、求めた強調制御量を強調制御量ファイル152に記憶する。処理部101は、強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力する(ステップS3)。処理部101は、乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部とする(ステップS4)。処理部101は、得られた出力画像データを記憶部105の出力画像ファイル153に記憶及び/又は出力部103若しくは表示部104に出力する(ステップS5)。なお、処理部101は、得られた出力画像データに基づき再帰的に以上の画像処理を計算してさらなる出力画像データを求めることもできる。

【産業上の利用可能性】

【0030】

本発明は、例えば、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、画像スキャナにおける入力画像の画像鮮鋭化に特に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】画像処理装置の構成図である。

【図 2】高域通過フィルタのフィルタ係数の説明図である。

【図 3】強調制御量導出部 2 の構成図である。

【図 4】最大スケールを 2 とした場合のウェーブレット変換の説明図である。

【図 5】1次元信号に対するウェーブレット変換の 3 つのフィルタのための係数の例を示す説明図である。

【図 6】2次元ウェーブレット変換の実現のためのフィルタバンクの構成図である。

【図 7】離散 2 進ウェーブレット変換の高域通過フィルタ、低域通過フィルタの構成を示す図である。

【図 8】1次元信号のウェーブレット変換とウェーブレット変換のスケール間の積の説明図である。

【図 9】入力画像データ例を示す図である。

【図 10】従来法であるアンシャープマスキング法による処理結果を示す図である。

【図 11】非特許文献 1 に示した方法による強調画像の処理結果を示す図である。

【図 12】本発明を用いて輪郭部の強調と雑音除去を同時に行った処理結果を示す図である。

【図 13】本実施の形態に関するハードウェアの構成図である。

【図 14】画像処理のフローチャートである。

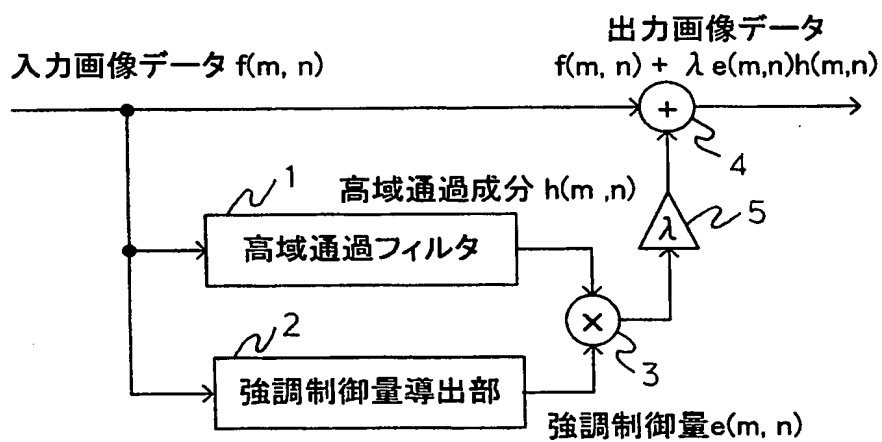
【符号の説明】

【0032】

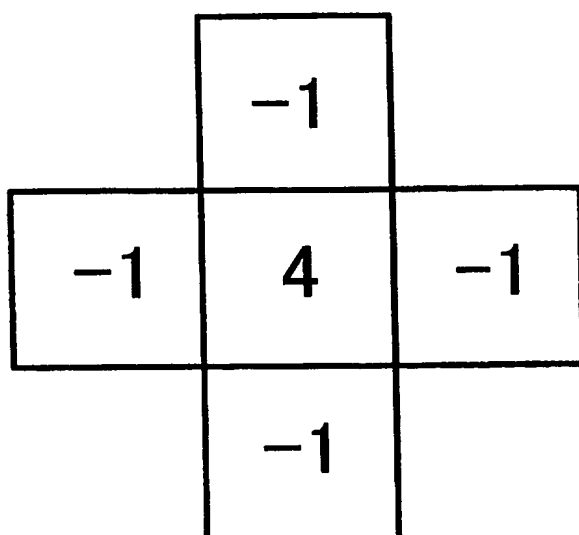
- 1 高域通過フィルタ
- 2 強調制御量導出部
- 3 乗算部
- 4 加算部
- 5 増幅部

【書類名】図面

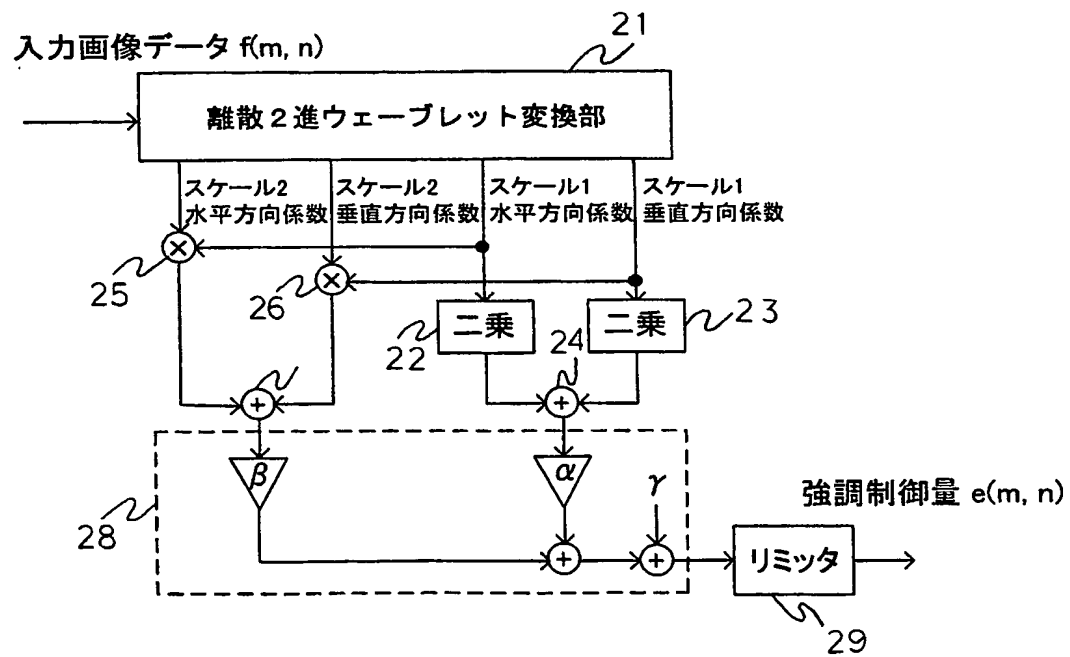
【図 1】



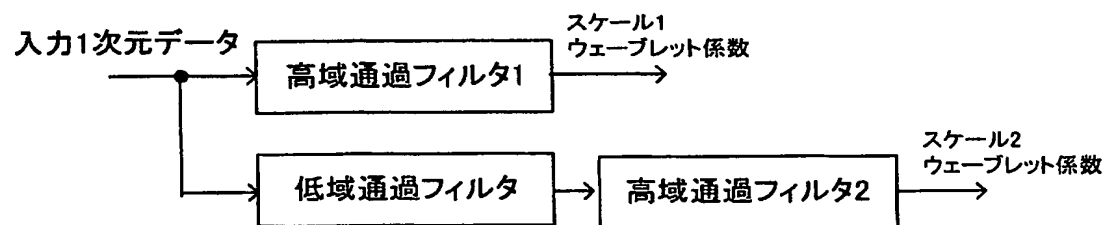
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

1	0	-1
---	---	----

(a)

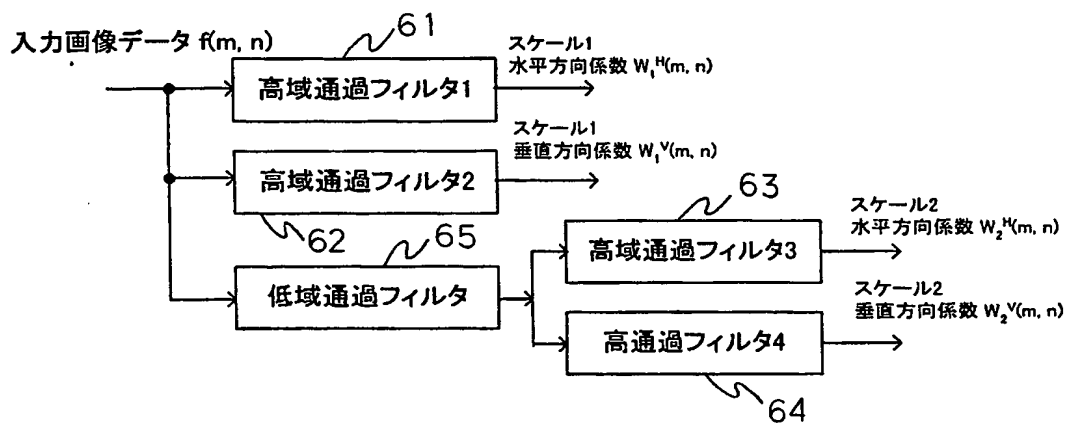
1	0	0	0	-1
---	---	---	---	----

(b)

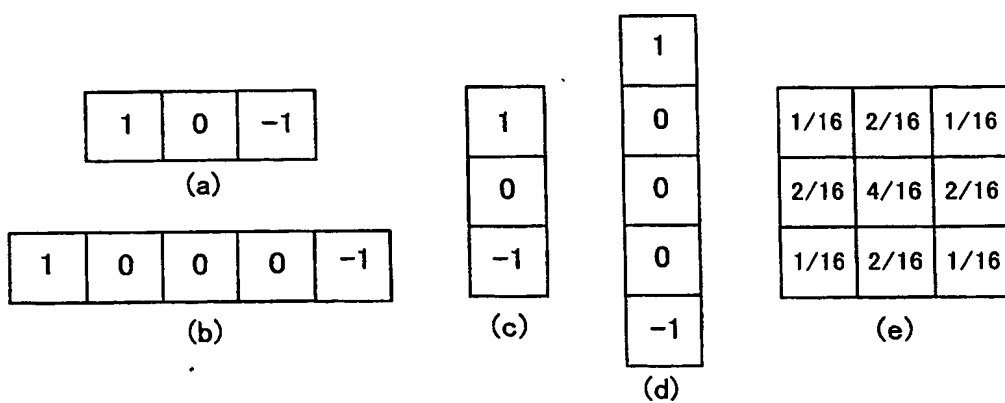
$1/4$	$1/2$	$1/4$
-------	-------	-------

(c)

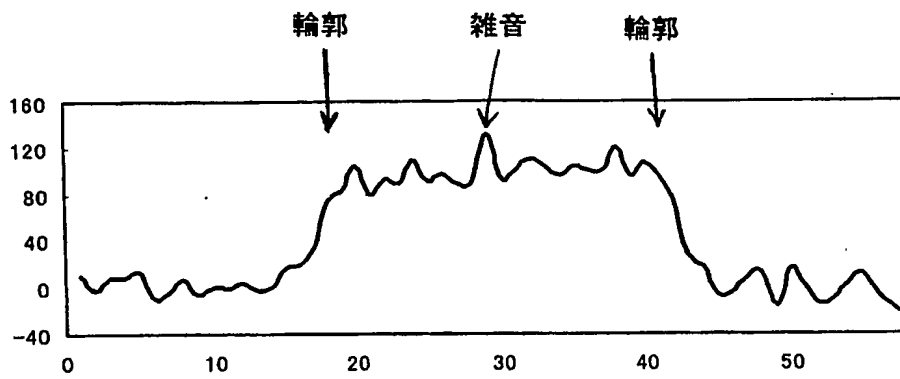
【図 6】



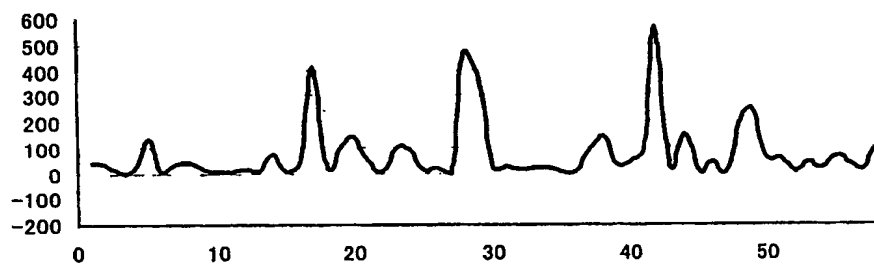
【図 7】



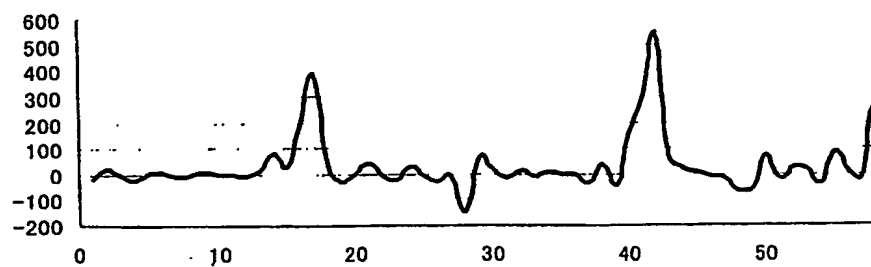
【図 8】



入力信号の例



ウェーブレット変換スケール1の2乗



ウェーブレット変換スケール1とスケール2の積
($W_1(n) \times W_2(n)$)

【図 9】



入力画像データ例

Best Available Copy

【図 10】



アンシャープマスキング

Best Available Copy

【図 11】



非特許文献 1

Best Available Copy

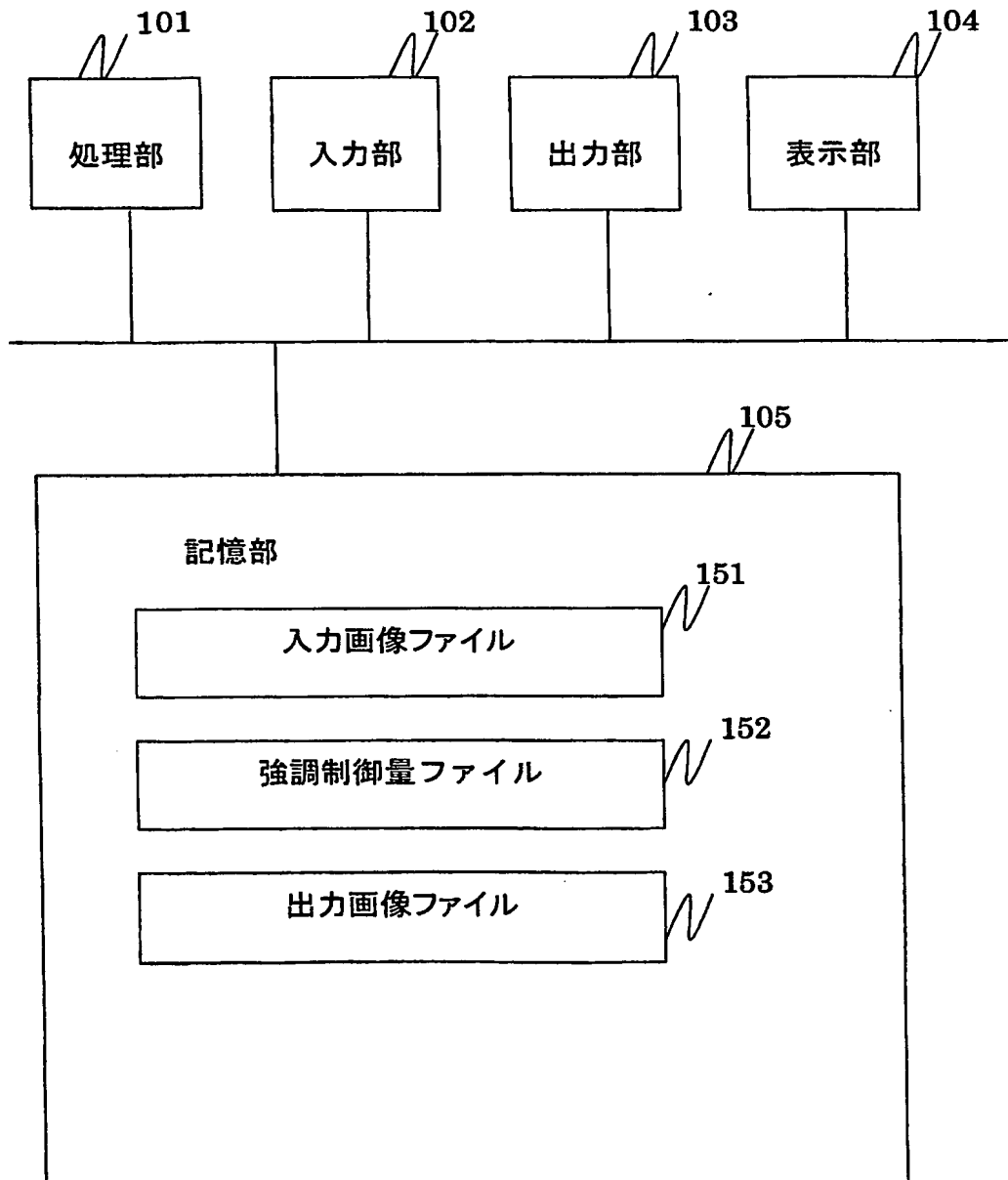
【図 12】



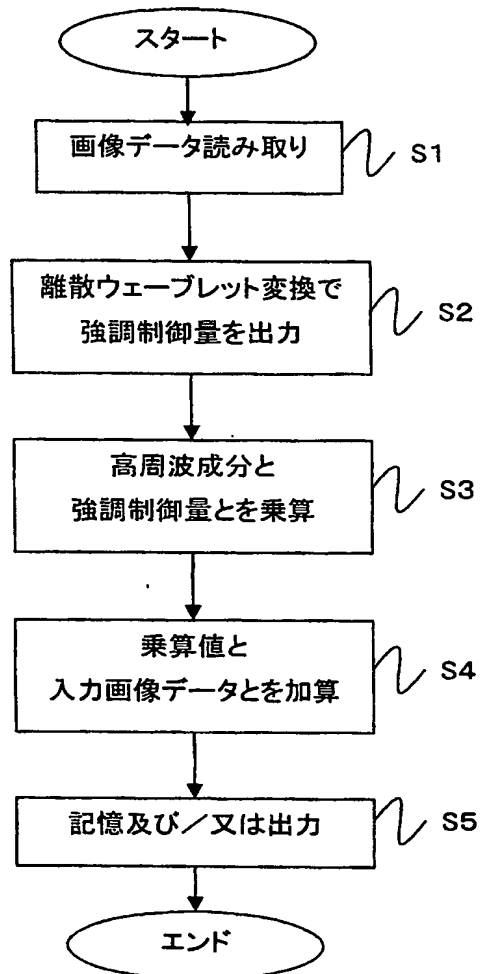
本発明

Rest Available Copy

【図 13】



【図 14】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 雑音除去と輪郭強調を同時に実現することができる画像処理を提供する。

【解決手段】 高域通過フィルタ 1 は、入力画像データ $f(m, n)$ の高域通過成分 $h(m, n)$ を出力する。強調制御量導出部 2 は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより強調制御量 $e(m, n)$ を求める。乗算部 3 は、画素毎に強調制御量導出部 2 からの強調制御量 $e(m, n)$ と高域通過フィルタ 1 からの出力である高域通過成分 $h(m, n)$ との乗算値を求めて出力する。増幅部 5 は、乗算部 3 の出力を定数倍 (λ 倍) する。加算部 4 は、乗算部 3 からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを出力する。

【選択図】 図 1

【書類名】 出願人名義変更届 (一般承継)
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2003-270889
【承継人】
【識別番号】 503360115
【住所又は居所】 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
【代表者】 沖村 憲樹
【連絡先】 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 独立行政法人科学技術振興機構 知的財産戦略室 佐々木吉正 TEL 03-5214-8486 FAX 03-5214-8417

【提出物件の目録】
【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。
【物件名】 登記簿謄本 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。

特願 2003-270889

出願人履歴情報

識別番号

[396020800]

1. 変更年月日

1998年 2月24日

[変更理由]

名称変更

住 所

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名

科学技術振興事業団

特願 2 0 0 3 - 2 7 0 8 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 3 6 0 1 1 5]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号

氏 名

独立行政法人 科学技術振興機構